

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/SE05/000346

International filing date: 10 March 2005 (10.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: SE
Number: 0400667-2
Filing date: 16 March 2004 (16.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 04 April 2005 (04.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

PCT / SE 2005 / 0 0 0 3 4 6

Intyg Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



(71) Sökande Uppsala Power Management Consultants AB, Uppsala
Applicant (s) SE

(21) Patentansökningsnummer 0400667-2
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2004-03-16
Date of filing

Stockholm, 2005-03-15

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office


Gunilla Larsson

Avgift
Fee

PATENT- OCH
REGISTRERINGSVERKET
SWEDEN

Postadress/Adress
Box 5055
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone
+46 8 782 25 00
Vx 08-782 25 00

Telex
17978
PATOREG S

Telefax
+46 8 666 02 86
08-666 02 86

Ink. t. Patent- och reg.verket

2004 -03- 16

Huvudfaxen Kassan

AGGREGAT**Uppfinningens område**

- Föreliggande uppfinning hänför sig till ett aggregat som innefattar en
- 5 vattenturbin och en roterande elektrisk generator, vars rotor är förbunden med turbinen, vilken turbin innefattar en uppsättning blad om minst tre axiellt riktade blad.

Uppfinningens bakgrund

- 10 Föreliggande uppfinning är i första hand, men ej uteslutande, avsedd för tillämpningar av utvinning av elektrisk energi från undervattensströmmar i hav och vattendrag. Havsströmmar kan vara orsakade av tidvatten, temperatur- eller salt-haltsskillnader, jordrotationens Corioliskraft såsom t.ex. Golfströmmen eller av nivåskillnad t.ex. på ömse sidor om sund.

- 15 Vattnets strömningshastighet i havsströmmar är vanligtvis ganska måttlig, dvs. typiskt någon enstaka m/s och kan gå upp till 5 m/s som mest. Strömnings-hastigheten i oreglerade vattendrag är normalt i samma storleksordning men kan i forsar öka upp till 10-15 m/s.

- För närvarande är den energikälla som undervattensströmmar erbjuder
- 20 föga utnyttjad för elgenerering. Detta beror framförallt på svårigheter att uppnå ekonomiskt konkurrenskraftig teknik för detta. Ett av problemen i sammanhanget är den låga strömningshastigheten. Tillgodogörandet av energi från sådana ström-mar innebär att turbiner med låga varvtal och högt vridmoment måste användas.

- Vid dessa betingelser är en ändamålsenlig turbintyp en sådan som har
- 25 axiellt riktade blad. Konventionellt är en sådan utformad med sina blad förbundna med en axel via i huvudsak radiellt riktade stag, vilken axel i sin tur är kopplad till generatorns rotor. Vid applikationer då en turbin av förhållandevis stora dimensio-ner erfordras blir påkänningarna på den struktur som bär upp bladen stora. Det kan medföra risk för förvridningar och svängningar i konstruktioner som kan leda
- 30 till försämrad geometri hos bladens inställning med åtföljande försämrad verk-ningsgrad. Detta kan vara speciellt känsligt om det vattenflöde som driver turbinen är ostabilt, dvs. att det uppträder fluktuationer i flödets hastighet och riktning. Så kan fallet vara t.ex. vid vissa slag av undervattenströmmar där vågrörelser på ytan

och tidvatten påverkar ett i övrigt stabilt flöde. Dessutom, gör den erforderliga bärstrukturen att turbinen blir komplicerad och otymplig.

Ändamålet med föreliggande uppfinning är att undanröja eller åtminstone reducera dessa problem.

5

Redogörelse för uppfinningen

Det uppställda ändamålet har ernåtts genom att ett aggregat av det i patentkravets 1 ingress angivna slaget innefattar det speciella särdraget att vardera blad är individuellt direkt förbundet med generatorns rotor.

- 10 Genom att bladen bärs upp direkt av rotorn elimineras behovet av en speciell bärstruktur för dessa. Rotorn som normalt är en förhållandevis solid och robust kropp tillförsäkrar bra stöd för bladen åtminstone vid ena änden av dessa. Bladen får därmed mer väldefinierade och stabila positioner. Dessutom reduceras den totala komplexiteten hos aggregatet genom att bärstrukturen blir mycket
- 15 enklare och till en stor del utgörs av en komponent som ändå är närvarande av andra skäl. Ett aggregat enligt uppfinningen blir därför mycket fördelaktigt i situationer där ett stort aggregat erfordras och där strömningsbetingelserna inte alltid är stabila.

- Enligt en föredragen utföringsform av aggregatet innefattar turbinen en
- 20 första grupp blad riktade åt ett första håll från rotorn och en andra grupp blad riktade åt motsatt håll från rotorn, där vardera grupp innefattar minst tre blad.

- Detta medför fördelen av att hela aggregatet får en symmetri som är gynnsam vad gäller att uppta de olika slag av krafter som uppträder. Det dubbelriktade arrangemanget innebär också att vardera blad kan göras kortare, vilket
- 25 ger ökad formstabilitet hos den del av vardera blad som är längst från infästningen i rotorn. Alternativt kan en turbin med större total axiell längd åstadkommas.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform är vardera blad i den första gruppen anordnat i linje med ett blad i den andra gruppen. Därmed ökas aggregatets symmetri ytterligare med än stabilare driftsegenskaper som följd.

- 30 Enligt ytterligare en föredragen utföringsform är blad som är belägna i samma linje direkt mekaniskt förbundna med varandra. Därmed uppnås fördelen att bladen parvis stabiliserar varandra genom att böjkrifter på det ena bladet upptas av böjkrifter på det andra.

2004 -03- 1 6

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform är vardera blad uppstogat med stagorgan. Ehuru aggregatet enligt uppfinningen i princip eliminerar behovet av uppstagningen utöver den som fås direkt från rotorn så kan det ofta vara fördelaktigt att förse bladen med kompletterande uppstagning för att förbättra bladens stabilitet. Stagorganen härför kan dock vara avsevärt enklare och klenare än vid en konventionell turbin där bladen helt och hållet bärs upp av en stagkonstruktion. Detta tack vare att bladen i första hand uppbärs och får stadga av rotorn.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform innefattar stagorganet element som förbinder blad med varandra. Därmed uppnås stagnering på ett enkelt sätt.

Dessa element är enligt en föredragen utföringsform radiellt inåt riktade från respektive blad och förbundna med varandra med sina radiellt innersta ändar. Enligt en alternativ föredragen utföringsform sträcker sig elementen mellan vardera i omkretsriktningen intilliggande blad.

Båda dessa alternativ medför att stagningen blir stabil med en förhållandevis enkel konstruktiv utformning av de element som bildar stagorganet.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform är vardera blad förbundet med rotorn via en ledanordningen. Därmed uppnås att överföring av skadliga böj- och vridmoment till rotorn från bladen kan begränsas.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform innefattar rotorn permanentmagneter, varigenom denna blir robust och okänslig för driftsstörningar i den elektromagnetiska energiomvandlingen.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform är statorn inkapslad i ett vattentätt hus. Därmed blir generatoren på ett ändamålsenligt sätt anpassad att verka i en undervattensmiljö.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform är rotorn belägen radiellt utanför statorn och i samma axialplan som statorn. Aggregatet blir därmed kompakt i såväl axial- som radialriktningen.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform är statorn lindad med en högspänningskabel försedd med en kärna av ledande material, ett det ledande materialet omslutande första skikt av halvledande material, ett det första skiktet omslutande skikt av isolerande material och ett det isolerande materialet omslutande andra skikt av halvledande material.

Med en lindning av det slaget möjliggörs att klara av att ström av mycket hög spänning kan induceras, tack var att det angivande elektriska fältet blir homogent. Genom att strömstyrkan därmed kan hållas lägre minskar förluster och värmeutveckling.

- 5 Enligt ytterligare en föredragen utföringsform är generators stator roterbar och förbunden med en turbin anordnad att rotera statorn i motsatt riktning mot rotorn.

Den elektromotoriska kraft, E , som induceras i en spole bestäms enligt Faradays lag av sambandet

10
$$E = -N \frac{d\phi}{dt}$$

där N är antalet varv och ϕ det magnetiska flödet. Det betyder att vid en långsamt löpande rotor, så blir $\frac{d\phi}{dt}$ litet och resulterar i en liten inducerad elektromotorisk kraft. Genom att även statorn roterar och att dess rotationsriktning är motriktad rotorns riktning kommer relativrörelsen mellan rotor och stator att bli summan av

- 15 deras rotationshastigheter. Därmed kommer termen $\frac{d\phi}{dt}$ att öka i motsvarande grad. Om statorn således roterar med samma hastighet som rotorn kommer termen att fördubblas resulterande i en fördubblad inducerad elektromotorisk kraft jämfört med vid en stillastående stator.

Enligt ytterligare en fördelaktig utföringsform är statorn lindad för trefas.

- 20 Ovan angivna föredragna utföringsformer av det uppfunna aggregatet anges i de av kravet 1 beroende patentkraven.

Det uppfunna aggregatets fördelar är speciellt värdefulla då aggregatet utnyttjas för utvinning av energi från undervattenströmmar.

- 25 En andra aspekt av uppfinningen utgörs därför av en användning av det uppfunna aggregatet för generering av elektrisk ström från undervattensströmmar.

Uppfinningen förklaras närmare genom efterföljande detaljerade beskrivning av fördelaktiga utföringsexempel av densamma under hänvisning till medföljande ritningsfigurer.

Kort beskrivning av figurena

Fig. 1 är en schematisk perspektivvy av ett första utföringsexempel av uppfinningen.

Fig. 2 är en schematisk perspektivvy av ett andra utföringsexempel av uppfinningen.

Fig. 3 - 5 är schematisk ändvyer av olika exempel på turbinutformningen enligt uppfinningen.

Fig. 6 är en schematisk perspektivvy av turbinen enligt ytterligare ett utföringsexempel av uppfinningen.

Fig. 7 illustrerar en detalj av uppfinningen enligt ytterligare ett utföringsexempel.

Fig. 8 är en schematisk perspektivvy av ytterligare ett utföringsexempel av uppfinningen.

Fig. 9 är ett tvärsnitt genom en kabel använd i statorlindningen i ett utföringsexempel av uppfinningen.

Beskrivning av fördelaktiga utföringsexempel av uppfinningen

Fig. 1 är en schematisk perspektivvy av ett första exempel på ett aggregat enligt uppfinningen. Aggregatet består av en generator 1 och en turbin 2. Generatortorn 1 har en utanpåliggande stator 3 anordnad i en stomme 7 som vilar på havsbotten. Vid den innanförliggande rotorn 4 är respektive axel 8 till fyra axiellt riktade blad 5 fästade. Bladen 5 är vid sina från rotorn 4 vända ändar uppstagade med fyra stag 6 som vardera sträcker sig mellan två intilliggande blad 5. En under-vattenström A bringar turbinen 2 att rotera och därmed även rotorn 4, varvid ström induceras i statorns lindningar. Utgående ledningar markerar att det här är fråga om trefas. Bladen kan naturligtvis alternativt vara nedåtriktade från rotorn.

I utföringsexemplet enligt fig. 2 är rotorn 4 radiellt belägen utanför statorn 3. Statorn är uppbyggt av ett (icke visat) stativ som vilar på havsbotten. Vid rotorn är två grupper av blad 5a, 5b fästade riktade åt axiellt motsatt håll. Vardera blad 5a i den första gruppen är anordnat i linje med ett blad 5b i den andra gruppen. Vardera motstående par av blad 5a, 5b är förenade med varandra.

I figurena 3 - 5 illustreras i ändvyer av olika exempel på hur bladen med sina från rotorn vända ändar kan vara stagade vid varandra. Vid exemplet enligt

fig. 3 har turbinen fem blad 5 och arrangemanget av stag motsvarar i princip det som visas i fig. 1.

I fig. 4, där turbinen har tre blad 5 är stagen 5 radiellt riktade och är förbundna med varandra i centrum.

- 5 I fig. 5, där turbinen har sex blad 5 är stagen 5 radiellt riktade såsom i fig. 4 men är här anslutna till ett centralt anordnat ringformat stagneringselement 9.

Stagen 5 kan naturligtvis alternativt vara anordnade ett stycke in från bladens ändar. Vidare kan flera axiellt fördelade stag anordnas. Ett sådant utförande illustreras i fig. 6.

- 10 Fig. 7 illustrerar ledad infästning av ett blad 5 där dess axel 8 via en ledar-anordning 10 är fäst vid rotorn 4.

Fig. 8 illustrerar ett alternativt utföringsexempel med en utanförliggande rotor 4 mot tre blad 5 på turbinen 2 och en innanförliggande stator 3. Statorn är här anordnad att rotera och är förbunden med en turbin 22 med tre blad 25.

- 15 Statorturbinens blad 25 är så vinklade att statorn kommer att rotera i motsatt riktning B mot rotorns rotationsriktning C.

- I fig 9 illustreras ett fördelaktigt utföringsexempel av generatorns stator-lindning. Statorn är lindad med högspänningskabel och figuren är ett tvärsnitt genom en sådan. Kabeln består av en kärna med en eller flera kardeler 31 av kop-
20 par. Kärnan omsluts av ett inre halvledande skikt 32. Utanför denna är anordnad ett skikt av fast isolation 33 t.ex. PEX-isolation. Kring isolationen är anordnad ett yttre halvledande skikt 34. Vardera av de halvledande skikten bildar en ekvipoten-
tialyta.

- Figurerna som beskrivits ovan är schematiska i det att för uppfinningens
25 förståelse mindre viktiga detaljer är utelämnade i syfte att framhålla de specifika aspekter som är betydelsefulla för uppfinningen.

- Ett aggregat enligt uppfinningen har normalt en storlek motsvarande en
turbindiameter av 2 – 10 m. Vid lokal energiförsörjning till någon enstaka an-
vändare kan dock mindre storlekar i området 0,5 – 2 m rotordiameter bli aktuellt.
30 Vid vissa applikationer såsom t.ex. långt ute till havs i Golfströmmen kan mycket stora dimensioner bli aktuella, med rotordiameter upp till 100 m.

Ink. t. Patent- och reg.verket

2004 -03- 1 6

Huvudfaxen Kassar

7

PATENTKRAV

1. Aggregat innefattande en vattenturbin (2) och en roterande elektrisk generator (1), vars rotor (4) är förbunden med turbinen (2), vilken turbin (2)
5 innefattar minst tre axiellt riktade blad (5) **kännetecknat** av att vardera blad (5) är individuellt direkt förbundet med generatorns (1) rotor (4).
2. Aggregat enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att turbinen (2) innefattar en första grupp blad (5a) riktade åt ett första håll från rotorn (4) och en andra
10 grupp blad (5b) riktade åt motsatt håll från rotorn (4), där vardera grupp innefattar minst 3 blad (5a, 5b).
3. Aggregat enligt patentkrav 2, **kännetecknat** av att vardera blad (5a) i den första gruppen är anordnat i samma linje som ett blad (5b) i den andra gruppen.
15
4. Aggregat enligt patentkrav 3, **kännetecknat** av att blad (5a, 5b) belägna i samma linje är direkt mekaniskt förbundna med varandra.
5. Aggregat enligt patentkrav 1 - 4, **kännetecknat** av att varje blad (5) är
20 uppstagat med stagorgan.
6. Aggregat enligt patentkrav 5, **kännetecknat** av att stagorganet innefattar element (6) som förbinder blad (5) med varandra.
- 25 7. Aggregat enligt patentkrav 6, **kännetecknat** av att stagorganet innefattar från respektive blad (5) radiellt inåt riktat element (6), vilkas radiellt innersta ändar är förbundna med varandra.
8. Aggregat enligt patentkrav 6, **kännetecknat** av att stagorganet innefattar
30 element som sträcker sig mellan vardera i omkretsriktning intilliggande blad.
9. Aggregat enligt något av patentkraven 1 - 8, **kännetecknat** av att vardera blad (5) är förbundet med rotorn via en ledaranordning (10).

2004-03-16

8

Huvudfaxert Kassar

10. Aggregat enligt något av patentkraven 1 - 9, **kännetecknat** av att rotorn (4) innefattar permanentmagneter (21).
11. Aggregat enligt något av patentkraven 1 - 10, **kännetecknat** av att statorn (3) är inkapslad i ett vattentätt hus.
12. Aggregat enligt något av patentkraven 1 - 11, **kännetecknat** av att rotorn är belägen radiellt utanför statorn och i samma axial-plan som statorn.
- 10 13. Aggregat enligt något av patentkraven 1 - 12, **kännetecknat** av att statorn är lindad med en högspänningskabel försedd med en kärna (31) av ledande material, ett det ledande materialet omslutande första skikt (32) av halvledande material, ett det första skiktet (32) omslutande skikt (33) av isolerande material och ett det isolerande materialet omslutande andra skikt (34) av halvledande material.
- 15 14. Aggregat enligt något av patentkraven 1 - 13, **kännetecknat** av att generatorns stator (3) är roterbar och förbundne med en turbin (22) anordnad att rotera statorn (3) i motsatt riktning mot rotorn (4).
- 20 15. Aggregat enligt något av patentkraven 1 - 14, **kännetecknat** av att statorn (9) är lindad för trefas.
16. Användning av ett aggregat enligt något av patentkraven 1 - 15 för generering av elektrisk ström från undervattenströmmar.

46 8 31 67 67

Ink. t. Patent- och reg.verket

2004 -03- 1 6

Hovedfaxen Kasse

9

SAMMANDRAG

Uppfinningen avser ett aggregat med en vattenturbin (2) och en roterande elektrisk generator (1), vars rotor (4) är förbunden med turbinen (2). Turbinen (2) har minst tre axiellt riktade blad (5).

Enligt uppfinningen är vardera blad (5) individuellt direkt förbundet med generatorns (1) rotor (4).

Uppfinningen avser även en användning av det uppfunna aggregatet för generering av ström från undervattenströmmar

10

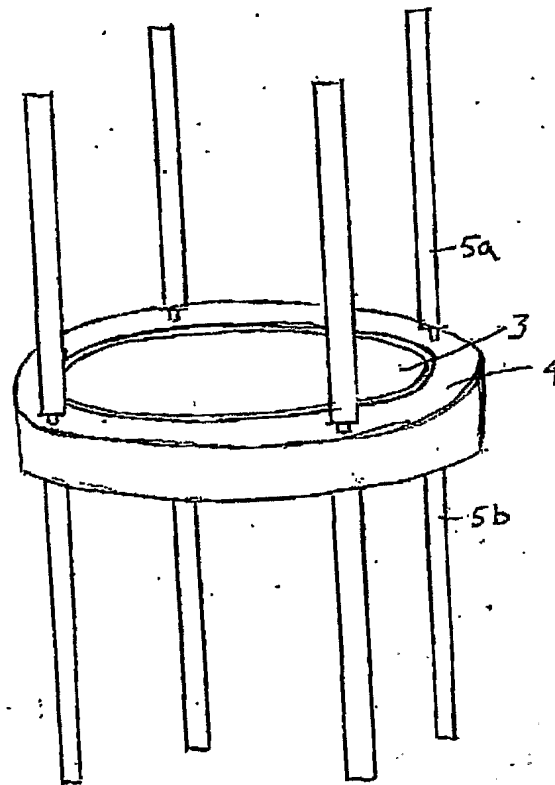
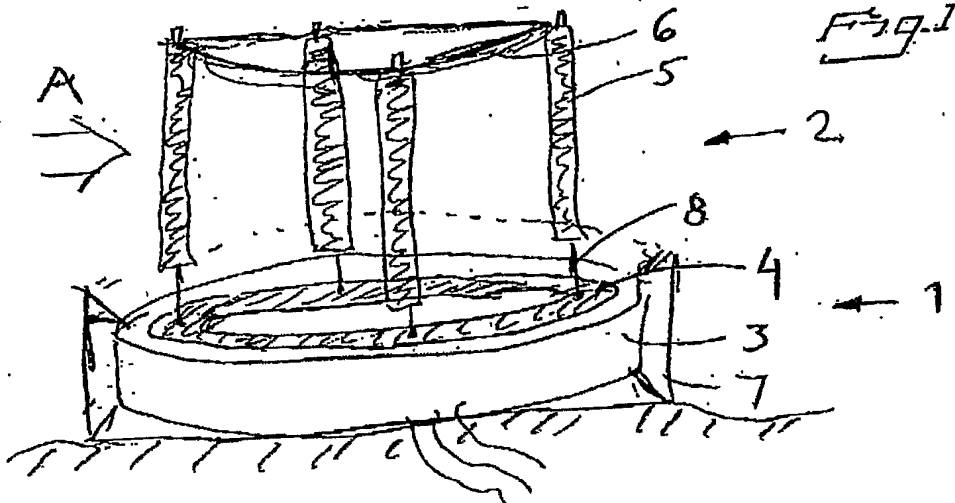
(Fig. 1)

Ink. t. Patent- och reg.verket

2004 -03- 16

Huvudfaxen Kassan

1/3



Ink. t. Patent- och reg.verket

2004-03-16

Huvudfaxen Kassa

3/3

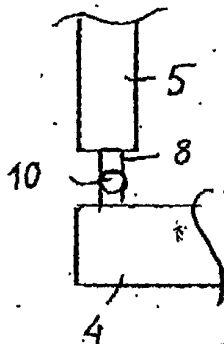


Fig. 7

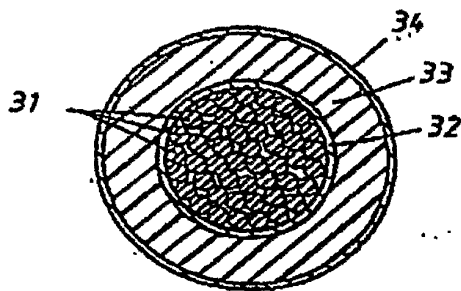


Fig. 9